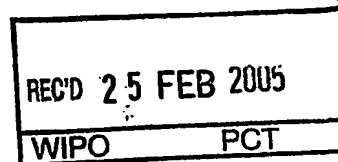




PCT/FR 2004/050697



# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 26 JAN. 2005

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)

BEST AVAILABLE COPY

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE page 1/2



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire DB 540 08/ 210502

<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE <b>18 DEC 2003</b> LIEU <b>75 INPI PARIS 34 SP</b> N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI <b>18 DEC. 2003</b> <b>0314868</b>		<b>Réponné à l'INPI</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE</b> CABINET HERRBURGER 115, boulevard Haussmann 75008 PARIS	
<b>Vos références pour ce dossier (facultatif)</b>			
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b>		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N°	Date
ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/>	Date
<b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b>			
Composé réactif détecteur et/ou absorbeur d'oxygène, procédé de préparation d'un tel composé ainsi que dispositif renfermant celui-ci			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)</b>		<input checked="" type="checkbox"/> <b>Personne morale</b> <input type="checkbox"/> <b>Personne physique</b>	
Nom ou dénomination sociale		UNIVERSITE DE RENNES 1	
Prénoms			
Forme juridique			
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Domicile ou siège	Rue	2, rue du Thabor	
	Code postal et ville	35042 RENNES Cedex	
	Pays	France	
Nationalité		française	
N° de téléphone (facultatif)		N° de télécopie (facultatif)	
Adresse électronique (facultatif)			
<input checked="" type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			

Remplir impérativement la 2<sup>ème</sup> page

**BREVET D'INVENTION  
CERTIFICAT D'UTILITÉ**

**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE**  
page 2/2

**BR2**

REMISE DES PIÈCES DATE <b>18 DEC 2003</b> LIEU <b>75 INPI PARIS 34 SP</b> N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI <b>0314868</b>		Déposé à l'INPI	
<b>6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)</b>		DB 540 W / 210502	
Nom			
Prénom			
Cabinet ou Société		CABINET HERRBURGER	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel			
Adresse	Rue	115, boulevard Haussmann	
	Code postal et ville	75 008 PARIS	
	Pays	France	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			
<b>7 INVENTEUR (S)</b>		Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques	
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'Inventeur(s)	
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)		Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence): AG [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]	
<b>10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS</b>		<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences	
Le support électronique de données est joint		<input type="checkbox"/>	
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe		<input type="checkbox"/>	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		1 Page	
<b>11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire) CABINET HERRBURGER Pierre HERRBURGER CPI 92-1114		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b>  L. MARIELLO	



26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

**BREVET D'INVENTION**  
**CERTIFICAT D'UTILITÉ**  
Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE**

Page suite N° 1.../3...



REMISE DES PIÈCES	<b>18 DEC 2003</b>
DATE	
LIEU	<b>INPI PARIS</b>
N° D'ENREGISTREMENT	<b>0314868</b>
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI	

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 829 © W / 010702

<b>Vos références pour ce dossier (facultatif)</b>																															
<b>4</b> DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE	Pays ou organisation Date <table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> N° Pays ou organisation Date <table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> N° Pays ou organisation Date <table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> N°																														
<b>5</b> DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases) <input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique																															
Nom ou dénomination sociale	ATMOSPHERE CONTROLE																														
Prénoms																															
Forme juridique																															
N° SIREN	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																														
Code APE-NAF	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																														
Domicile ou siège	Rue 4 et 6, Rue des Entrepreneurs Parc des Activités de la Grande Plaine Code postal et ville 11471610 BRETTEVILLE SUR ODON Pays FRANCE																														
Nationalité	française																														
N° de téléphone (facultatif)																															
N° de télécopie (facultatif)																															
Adresse électronique (facultatif)																															
<b>5</b> DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases) <input type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique																															
Nom ou dénomination sociale																															
Prénoms																															
Forme juridique																															
N° SIREN	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																														
Code APE-NAF	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																														
Domicile ou siège	Rue Code postal et ville Pays																														
Nationalité																															
N° de téléphone (facultatif)																															
N° de télécopie (facultatif)																															
Adresse électronique (facultatif)																															
<b>6</b> SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) CABINET HERRBURGER Pierre HERRBURGER CPI 92-1114																															
VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI L. MARIELLO																															

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.  
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI

La présente invention concerne un composé réactif susceptible d'avoir deux fonctions complémentaires, à savoir d'une part détecter la présence d'oxygène par un changement de couleur net, visible à l'œil nu comme avec un spectrophotomètre, et d'autre part absorber chimiquement et irréversiblement l'oxygène contenu dans une enceinte close.

Des systèmes indicateurs d'oxygène ont été abondamment décrits dans la littérature ; ils mettent généralement en œuvre un colorant qui change de teinte en fonction de son niveau d'oxydation associé à un réducteur pour maintenir la forme réduite du colorant en absence d'oxygène (documents DE-30 25 264, JP-62 183 834, WO-93/24820, WO-98/03866...).

Le réactif indicateur d'oxygène peut être sous forme d'encre (documents DE-30 25 264, JP-62 183 834), inclus dans un thermoplastique (document WO-2003/00557), emballé entre des matériaux perméables à l'oxygène (document WO-93/24820) ou encore inclus dans un milieu amorphe (document FR-2 710 751).

Les spécialistes ont parallèlement déjà proposé une large gamme de dispositifs absorbeurs d'oxygène qui sont utilisés dans de nombreux domaines de la technique parmi lesquels on peut à titre d'exemple mentionner les industries agroalimentaires notamment pour la réalisation d'emballages permettant la conservation d'aliments sous atmosphère inerte, les industries pharmaceutiques, pour la conservation de préparations à usage médical, ou de manière plus générale tous les domaines nécessitant une atmosphère dépourvue d'oxygène ou à faible teneur en oxygène.

Ces différents systèmes ont un inconvénient en commun, lié au fait que le réactif indicateur et/ou absorbeur est sujet à des phénomènes de migration, ce qui peut être très gênant, en particulier dans le cadre d'applications rattachées au domaine alimentaire ou pharmaceutique.

Dans ce contexte, la présente invention a pour objet de proposer un composé réactif détecteur et/ou absorbeur d'oxygène dans lequel le réactif indicateur est lié de façon irréversible à un support solide, de sorte qu'il ne risque pas d'être exposé à des phénomènes de migration et en outre pouvant être obtenu à partir de produits non toxiques disponibles dans le commerce.

Ce composé réactif est caractérisé en ce qu'il est constitué par un complexe moléculaire dérivé métallique/ligand changeant de cou-

leur en fonction du degré d'oxydation du métal et relié à la surface d'un support solide par une liaison covalente.

Compte tenu du fait que les molécules actives du composé réactif conforme à l'invention sont fixées sur un support, constituant ainsi  
5 un matériau hybride, celles-ci ne peuvent pas migrer par contact dans une autre substance.

Selon l'invention, le complexe moléculaire est de préférence relié à la surface du support par l'intermédiaire d'un dérivé d'une chaîne organique de liaison.

10 Un telle chaîne renferme d'une part une première fonction ou fonction de greffage permettant sa fixation sur le support, et d'autre part une seconde fonction ou fonction de coordination adaptée pour réaliser un couplage avec une entité moléculaire de condensation associée pour former le ligand qui permet la complexation du dérivé métallique.

15 La figure jointe en annexe est un schéma illustratif de la configuration du composé réactif conforme à l'invention et de son changement de couleur suite à une réaction chimique du dérivé métallique qu'il contient avec l'oxygène.

20 Un tel composé réactif est constitué par un complexe dérivé métallique 1 / ligand 2 relié à la surface d'un support 3 par l'intermédiaire d'un dérivé d'une chaîne organique de liaison 4 qui constitue en fait un bras permettant de fixer la partie fonctionnelle 1, 2 du composé réactif au support 3.

25 Le composé réactif conforme à l'invention est donc constitué par un complexe organique moléculaire sensible à l'oxygène solidement fixé par des liaisons chimiques covalentes à la surface d'un support qui conserve ses propriétés mécaniques mais prend la couleur de ce complexe, cette couleur étant modifiée lorsqu'il est exposé à une atmosphère contenant de l'oxygène.

30 La vitesse de ce changement de couleur dépend de la température ainsi que de la pression partielle en oxygène et du degré d'humidité de l'atmosphère considérée.

Utilisé seul ou en combinaison avec d'autres absorbeurs d'oxygène, ce composé réactif permet de détecter la présence d'oxygène et  
35 d'absorber l'oxygène présent dans une enceinte.

Selon l'invention le ligand peut avantageusement comporter une chaîne hétéroatomique le cas échéant substituée renfermant deux groupes fonctionnels imine conjugués et dans laquelle au moins deux

atomes d'azote dont l'un appartient à un noyau pyridine ou analogue sont séparés par deux atomes de carbone.

Selon l'invention un noyau analogue à un noyau pyridine peut à titre d'exemple être un noyau pyridine substitué ou un système polycyclique contenant au moins un noyau pyridine.

Selon une caractéristique préférentielle de l'invention la fonction de coordination de la chaîne organique de liaison est une fonction amine, notamment une fonction amine primaire.

L'entité moléculaire de condensation peut quant à elle avantageusement être constituée par le 2-pyridine carboxaldéhyde, l'acide 2-pyridine carboxylique ou son chlorure.

Selon cette caractéristique le ligand est donc constitué par un composé résultant de la condensation du 2-pyridine carboxaldéhyde, ou de l'acide 2-pyridine carboxylique ou de son chlorure avec la fonction amine de la chaîne organique de liaison.

Une telle condensation peut en effet conduire à la formation de ligands azotés bidentés, tridentés ou tétradentés capables de complexer de nombreux métaux de transition et leurs dérivés.

De tels complexes peuvent, en présence d'oxygène prendre une couleur intense caractéristique du degré d'oxydation du métal.

Conformément à l'invention, le dérivé métallique doit être choisi de sorte qu'au sein de celui-ci, le métal se trouve dans un bas degré d'oxydation et soit ainsi capable de réagir avec l'oxygène.

A titre d'exemple, ce dérivé métallique peut avantageusement être choisi dans le groupe formé par  $\text{CuCl}$ ,  $[\text{Cu}(\text{CH}_3\text{CN})_4]$   $[\text{PF}_6]$ ,  $\text{AgNO}_3$ , et  $\text{FeSO}_4$ .

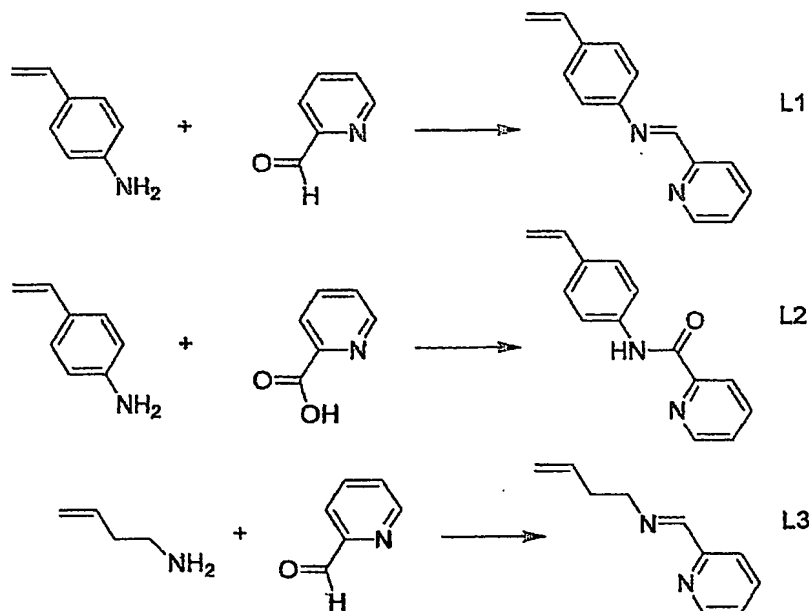
Dans le dérivé métallique  $[\text{Cu}(\text{CH}_3\text{CN})_4]$   $[\text{PF}_6]$  le contre-anion  $\text{PF}_6$  peut être remplacé par tout autre contre-anion faiblement coordonnant tel que  $\text{BF}_4$  ou  $\text{CF}_3\text{OSO}_2$ .

Selon une première variante de l'invention, le support est un support polymère organique tel que des billes de polystyrène ou d'un copolymère à base de polystyrène et la fonction de greffage de la chaîne organique de liaison est une fonction alcène.

A titre d'exemple les réactions ci-dessous constituent trois exemples de préparation de ligands L1, L2, L3 à partir de chaînes organiques de liaison disponibles dans le commerce, et renfermant d'une part une fonction alcène permettant leur fixation sur un support polymère organique par copolymérisation et d'autre part une fonction amine primaire

susceptible de réagir par condensation avec le 2-pyridine carboxaldéhyde ou l'acide 2-pyridine carboxylique.

Les complexes moléculaires obtenus après réaction du ligand avec un dérivé d'un métal de transition, possèdent une bande d'absorption métal-ligand intense dans le domaine du visible. La couleur de cette bande est souvent caractéristique du degré d'oxydation du métal.



Par ailleurs, des billes de polystyrène fonctionnel possédant une ou plusieurs fonctions amine primaire et/ou une ou plusieurs fonctions amine secondaire qui sont disponibles dans le commerce peuvent constituer un support facile d'emploi.

Selon une seconde variante de l'invention le support est un support minéral tel que des billes d'un verre minéral et la fonction de greffage de la chaîne organique de liaison est une fonction trialkoxysilane, notamment triméthoxysilane.

Le support est de préférence constitué par un oxyde métallique activé tel que  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ , ou de préférence  $\text{SiO}_2$  ou  $\text{Al}_2\text{O}_3$  qui correspondent à des oxydes peu coûteux, totalement exempts de toxicité et en outre disponibles dans le commerce sous une large gamme de qualité.

Un tel support peut avantageusement se présenter sous forme de billes vitreuses pouvant avoir différentes granulométries  $\theta$  à titre d'exemple  $60 < \theta < 200 \mu\text{m}$  ou  $200 < \theta < 500 \mu\text{m}$ .

Selon cette variante de l'invention la chaîne organique de liaison peut quant à elle être choisie avantageusement dans le groupe



formé par les 3-aminopropyltriméthoxysilane, N-[3-(triméthoxysilyl)-propoyl]éthylène-diamine et 3-(2-(2-amino)éthylamino)propyl-triméthoxysilane.

5 L'invention se rapporte également à un procédé de préparation d'un composé réactif du type susmentionné relié à la surface d'un support minéral.

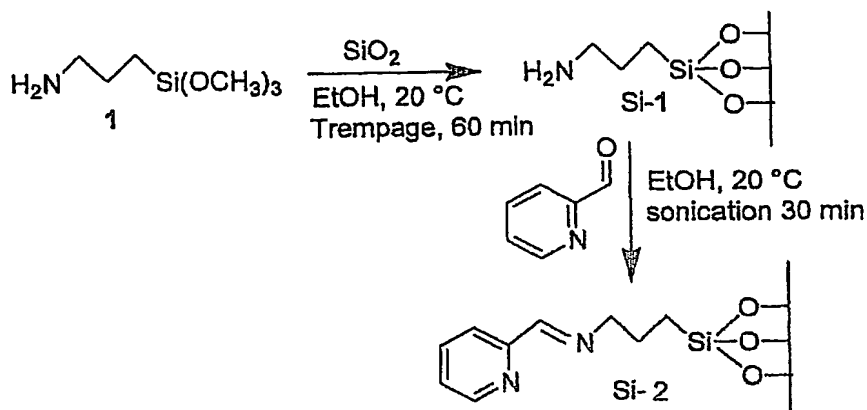
Selon l'invention, un tel procédé est caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- 10 - activation du support par trempage dans une solution acide, lavages puis séchage à l'air,
- greffage de la chaîne organique de liaison sur le support activé par trempage dans l'éthanol à température ambiante,
- synthèse in situ du ligand par addition de l'entité moléculaire de condensation à la chaîne organique préalablement greffée sur le support activé ou non, à température ambiante et en milieu éthanol, et
- 15 - coordination du dérivé métallique sur le ligand ou métallation par trempage dans une solution d'éthanol à température ambiante sous atmosphère inerte.

20 Il est à noter que les étapes de greffage de la chaîne organique de liaison sur le support activé et de synthèse in situ du ligand sont en fait indissociables et peuvent être mises en œuvre dans un sens ou dans l'autre, ce qui signifie que le support activé peut être introduit dans le milieu réactionnel avant ou après l'entité moléculaire de condensation.

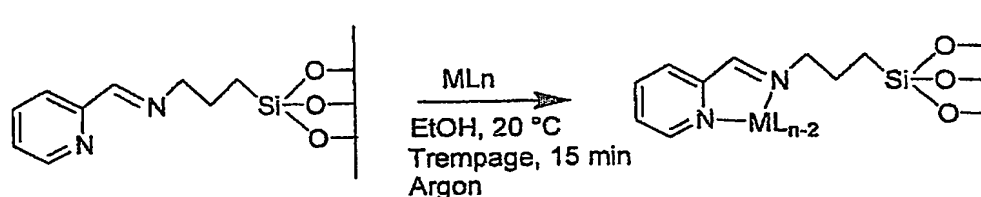
25 Le procédé conforme à l'invention présente l'avantage de pouvoir être mis en œuvre à l'air, à l'exception de la dernière étape de métallation qui nécessite une atmosphère inerte, ce, bien que le composé réactif finalement obtenu soit destiné à réagir avec l'oxygène.

30 Dans l'exemple de réalisation dans lequel le support est constitué par des billes de silice et la chaîne organique par du 3-aminopropyl triméthoxysilane le greffage de la chaîne organique de liaison sur le support activé et la synthèse in situ du ligand peuvent être schématisés comme ci-dessous :

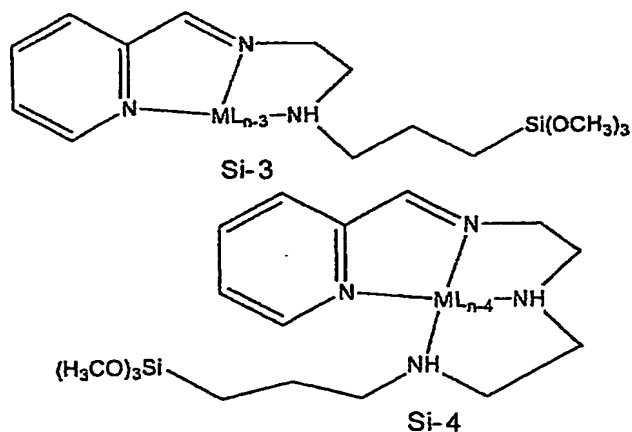


Le procédé conforme à l'invention permet ainsi d'obtenir une chaîne Si-1 greffée sur le support, puis, après addition de 2-pyridinecarboxaldéhyde et agitation à l'aide d'un bain d'ultrasons (sonication), un composé Si-2 constitué par le ligand greffé sur le support activé par un dérivé de la chaîne organique.

Dans le cas d'un dérivé métallique  $ML_n$  l'étape finale de métallation peut quant à elle être schématisée comme ci-dessous.



Les composés Si-3 et Si-4 représentés ci-dessous correspondent à d'autres exemples de structures de complexes greffés conformes à l'invention obtenues à partir de chaînes organiques constituées par la N-[3-(triméthoxysilyl)propoyl]éthylènediamine ou le 3-[2-(2-amino)éthyl-amino]propyl-triméthoxysilane.



Les différentes étapes du procédé conforme à l'invention seront illustrées plus en détails par les exemples suivants.

**Exemple 1 : Activation du support.**

Dans un erlenmeyer contenant un litre d'acide sulfurique 10 N sont introduits progressivement 50 g (0,238 mole) de persulfate d'ammonium sous agitation magnétique. Cette solution une fois refroidie à 20°C est versée dans un bécher contenant 250 g de silice. Après homogénéisation la silice est laissée tremper une heure. Après filtration sur büchner, la silice est rincée 5 fois avec 100 ml d'eau et ensuite 5 fois avec 100 ml d'eau distillée.

La silice ainsi activée est séchée sous vide à 20°C pendant 30 minutes minimum, puis à 120°C en étuve durant 3 heures minimum.

**Exemple 2 : Réaction de greffage : préparation de Si-2.**

Dans un bécher, le 3-aminopropyltriméthoxysilane (186,5 µl, 1 mmole) est mis en solution dans un excès d'éthanol (30 ml), puis 1 g de silice fine activée est introduit directement dans le milieu réactionnel. La solution est laissée au repos à 20°C pendant une heure. Un équivalent de la 2-pyridine carboxaldéhyde (96,5 µl, 1 mmole) est ensuite ajouté à la solution et le mélange réactionnel est agité à l'aide d'un bain d'ultrasons pendant 30 minutes.

Enfin, le support est récupéré par filtration sur büchner et rincé à l'éthanol (3 fois 20 ml) puis à l'éther (3 fois 20 ml). La silice greffée est laissée sécher sous vide durant 15 minutes à 20°C. Taux de greffage : 0,82 mmole/g.

**Exemple 3 : Réaction de greffage : préparation de Si-2.**

Dans un bécher, la 2-pyridine carboxaldéhyde (96,5 µl, 1 mmole) est mise en solution dans l'éthanol (30 ml), puis un équivalent du 3-amino-5-pyridinetriméthoxysilane (136,5 µl, 1 mmole) est ajouté à la solution et le mélange réactionnel est laissé sous agitation pendant 30 minutes. Le support est ensuite introduit directement dans le milieu réactionnel. Deux techniques ont alors été employées :

⇒ Soit le mélange est laissé au repos pendant 18 heures à 20°C (méthode de trempage).

⇒ Soit le mélange est agité à l'aide d'un bain d'ultrasons durant 30 minutes à 20°C.

Après greffage, le support est filtré, rincé à l'éthanol (3 fois 20 ml) puis à l'éther (3 fois 20 ml). Il est finalement séché à l'air libre durant 30 minutes. Il est à noter que les billes initialement blanches pren-

nent après le greffage une teinte jaunâtre, caractéristique de l'imine. Taux de greffage : 0,79 mmole/g

**Exemple 4 : Réaction de métallation de Si-2.**

Dans un tube de Schlenk, à 20°C, le ligand greffé ( 1 g) est mis en suspension dans l'éthanol désaéré (30 ml), puis CuCl (99 mg, 1 mmole) est introduit sous courant d'argon. Le mélange est maintenu 15 minutes sous agitation magnétique. Après filtration et lavage à l'éthanol (3 fois 10 ml), le support est isolé et séché sous vide (2 h 30 min, 20°C) puis conditionné sous atmosphère inerte. Taux de métallation : 0,76 mmole/g

**Exemple 5 : Réaction de métallation de Si-2.**

Dans un tube de Schlenk, à 20°C, le ligand greffé ( 0,200 g) est mis en suspension dans l'éthanol désaéré (10 ml), puis [Cu(CH<sub>3</sub>CN)<sub>4</sub>][PF<sub>6</sub>] (0,074 g, 0,2 mmole) est introduit sous courant d'argon. Le mélange est maintenu 15 minutes sous agitation magnétique. Après filtration et lavage à l'éthanol (3 fois 10 ml), le support est isolé et séché sous vide (2 h 30 mn, 20°C) puis conditionné sous atmosphère inerte. Taux de métallation : 0,80 mmole/g

**Exemple 6 : Réaction de métallation de Si-2.**

Dans un tube de Schlenk, à 20°C, le ligand greffé ( 0,200 g) est mis en suspension dans un mélange eau/éthanol désaéré (50 :50, 20 ml), puis FeSO<sub>4</sub> (0,056 g, 0.2 mmole) est introduit sous courant d'argon. Le mélange est maintenu 15 minutes sous agitation magnétique. Après filtration et lavage à l'éthanol (3 fois 20 ml), le support est isolé et séché sous vide (2 h 30 min, 20°C) puis conditionné sous atmosphère inerte. Taux de métallation : non déterminé.

**Exemple 7 : Réaction de métallation de Si-2.**

Dans un tube de Schlenk, à 20°C, le ligand greffé ( 0,200 g) est mis en suspension dans l'éthanol désaéré (20 ml), puis AgNO<sub>3</sub> (0,339 g, 0,2 mmole) est introduit sous courant d'argon. Le mélange est maintenu 15 minutes sous agitation magnétique. Après filtration et lavage à l'éthanol (3 fois 20 ml), le support est isolé et séché sous vide (2 h 30 min, 20°C) puis conditionné sous atmosphère inerte. Taux de métallation : non déterminé

**Exemple 8 : Réaction de greffage : préparation de Si-3.**

Dans un Becher, à température ambiante, 1,85 ml de N-(3-(triméthylsilyl)-propyl)éthylènediamine est mis en solution dans un excès d' éthanol ( environ 150 ml) puis 10 g de silice activée avec le mélange est

laissé au repos une heure. 1 ml de 2-pyridinecarboxaldéhyde est ajouté à la solution et le mélange réactionnel est agité à l'aide d'un bain d'ultrasons pendant 30 minutes. Enfin le support est isolé par filtration sur Büchner et rincé à l'éthanol (3 fois 20 ml), puis à l'éther (3 fois 20 ml). La silice greffée est séchée sous vide durant 15 minutes à 20°C. Taux de greffage : 0,65 mmole/g.

**Exemple 9 : Réaction de greffage : préparation de Si-4.**

Dans un Becher, à 20°C, 1,85 ml de 3-[2-(2-aminoethylamino)éthylamino]propyltriméthoxysilane, 150 ml d'éthanol et 10 g de silice activée sont successivement introduits. Le mélange est laissé au repos une heure. Ensuite, 1 ml de 2-pyridine-carboxaldéhyde est ajouté à la solution et le mélange réactionnel est agité à l'aide d'un bain d'ultrasons pendant 30 minutes. Enfin le support est récupéré par filtration sur Büchner et rincé à l'éthanol (3 fois 20 ml), puis à l'éther (3 fois 20 ml). La silice greffée est séchée sous vide durant 15 minutes à 20°C. Taux de greffage : 0,60 mmole/g.

**Exemple 10 : Réaction de métallation de Si-3.**

Dans un tube de Schlenck, à 20°C, le ligand greffé (1 g) est mis en suspension dans l'éthanol désaéré (30 ml), puis CuCl (0,100 g) est introduit sous courant d'argon. Le mélange est maintenu 15 minutes sous agitation magnétique. Après filtration et lavages à l'éthanol (3 fois 10 ml), le support est isolé puis séché sous vide (2 h 30 min, 20°C). Taux de métallation : 0,80 mmole/g.

**Exemple 11 : Réaction de métallation de Si-3.**

Dans un tube de Schlenck, à 20°C, le ligand greffé (1 g) est mis en suspension dans l'acétone désaéré (10 ml), puis 0,373 g de  $[\text{Cu}(\text{CH}_3\text{CN})_4][\text{PF}_6]$  sont introduits sous courant d'argon. Le mélange est maintenu 15 minutes sous agitation magnétique. Après filtration et lavages à l'éthanol (3 fois 10 ml), le support est isolé et séché sous vide (2 h 30 min, 20°C). Taux de métallation : 0,68 mmole/g.

**Exemple 12 : Réaction de métallation de Si-4.**

Dans un tube de Schlenck, à 20°C, le ligand greffé (1 g) est mis en suspension dans l'éthanol désaéré (30 ml), puis CuCl (0,100 g) est introduit sous courant d'argon. Le mélange est maintenu 15 minutes sous agitation magnétique. Après filtration et lavages à l'éthanol (3 fois 10 ml), le support est isolé et séché sous vide (2 h 30 min, 20°C) puis conditionné sous atmosphère inerte. Taux de métallation : 0,80 mmole/g.

**Exemple 13 : Réaction de métallation de Si-4.**

Dans un tube de Schlenck, à 20°C, le ligand greffé (1 g) est mis en suspension dans l'acétone désaéré (10 ml), puis 0,373 g de [Cu(CH<sub>3</sub>CN)<sub>4</sub>] [PF<sub>6</sub>] sont introduits sous courant d'argon. Le mélange est  
5 maintenu 15 minutes sous agitation magnétique. Après filtration et lavages à l'éthanol (3 fois 10 ml), le support est isolé et séché sous vide (2 h 30 min, 20°C). Taux de métallation : 0,70 mmole/g.

La présente invention concerne également un dispositif détecteur et/ou absorbeur d'oxygène renfermant un composé réactif du type  
10 susmentionné.

Un tel dispositif peut avoir diverses configurations sans pour cela sortir du cadre de l'invention et peut à titre d'exemple être constitué par une encre d'imprimerie à laquelle est incorporée le composé réactif ; on peut ainsi obtenir des encres oxychromiques qui changent de  
15 couleur au contact de l'oxygène.

De telles encres sont susceptibles de trouver des applications en particulier dans le domaine du marketing ou de la pédagogie.

Ce dispositif peut également prendre la forme d'absorbeurs et/ou d'indicateurs de la présence d'oxygène dans lesquels le composé réactif peut être collé sur un support par un adhésif, ou une colle à température de fusion contrôlée (hot melt) ou encore dispersé dans un polymère puis extrudé, ou encore intégré dans un sachet, dans des systèmes poreux ou entre des films perméables à l'oxygène de façon à se présenter sous la  
20 forme d'une étiquette.

Ce dispositif peut également se présenter sous la forme de feuilles d'emballage qui changent de couleur lorsqu'elles sont mises en contact avec une atmosphère contenant de l'oxygène gazeux.

## REVENDEICATIONS

- 1°) Composé réactif détecteur et/ou absorbeur d'oxygène, caractérisé en ce qu'  
il est constitué par un complexe moléculaire dérivé métallique (1)/ligand  
5 (2) changeant de couleur en fonction du degré d'oxydation du métal et relié à la surface d'un support solide (3) par une liaison covalente.
- 2°) Composé réactif selon la revendication 1, caractérisé en ce que  
10 le complexe moléculaire est relié à la surface du support par l'intermédiaire d'un dérivé (4) d'une chaîne organique de liaison renfermant d'une part une première fonction ou fonction de greffage permettant sa fixation sur le support, et d'autre part une seconde fonction ou fonction de coordination adaptée pour réaliser un couplage avec une entité moléculaire de condensation associée pour former le ligand qui permet la complexation du dérivé métallique.  
15
- 3°) Composé réactif selon la revendication 2, caractérisé en ce que  
20 le ligand comporte une chaîne hétéroatomique le cas échéant substituée renfermant deux groupes fonctionnels imine conjugués et dans laquelle au moins deux atomes d'azote dont l'un appartient à un noyau pyridine ou analogue sont séparés par deux atomes de carbone.
- 25 4°) Composé réactif selon la revendication 3, caractérisé en ce que la fonction de coordination de la chaîne organique de liaison est une fonction amine.
- 30 5°) Composé réactif selon l'une quelconque des revendications 3 et 4, caractérisé en ce que l'entité moléculaire de condensation est constituée par le 2-pyridine carboxaldéhyde, ou l'acide 2-pyridine carboxylique ou son chlorure.
- 35 6°) Composé réactif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le dérivé métallique est choisi dans le groupe formé par CuCl, [Cu(CH<sub>3</sub>CN)<sub>4</sub>] [PF<sub>6</sub>], AgNO<sub>3</sub>, et FeSO<sub>4</sub>.

7°) Composé réactif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que

le support est un support polymère organique tel que des billes de polystyrène ou d'un copolymère à base de polystyrène et la fonction de greffage de la chaîne organique de liaison est une fonction alcène.

8°) Composé réactif selon la revendication 7, caractérisé en ce que

les billes constitutives du support sont des billes de polystyrène fonctionnel possédant une ou plusieurs fonctions amine primaire et/ou une ou plusieurs fonctions amine secondaire.

9°) Composé réactif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que

le support est un support minéral tel que des billes d'un verre minéral et la fonction de greffage de la chaîne organique de liaison est une fonction trialcoxysilane notamment triméthoxysilane.

10°) Composé réactif selon la revendication 9,

caractérisé en ce que

la chaîne organique est choisie dans le groupe formé par les 3-amino-propyltriméthoxysilane, N-[3-(triméthoxysilyl)propoyl]éthylènediamine et 3-[2-(2-amino)éthylamino]propyl-triméthoxysilane.

11°) Composé réactif selon l'une quelconque des revendications 9 et 10, caractérisé en ce que

le support est constitué par un oxyde métallique activé tel que  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ , ou de préférence  $\text{SiO}_2$  ou  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

12°) Procédé de préparation d'un composé réactif selon l'une quelconque des revendications 9 à 11 dans lequel le support est un support minéral, caractérisé en ce qu'

il comporte les étapes suivantes :

- activation du support par trempage dans une solution acide, lavages puis séchage à l'air,
- greffage de la chaîne organique sur le support activé par trempage dans l'éthanol à température ambiante,

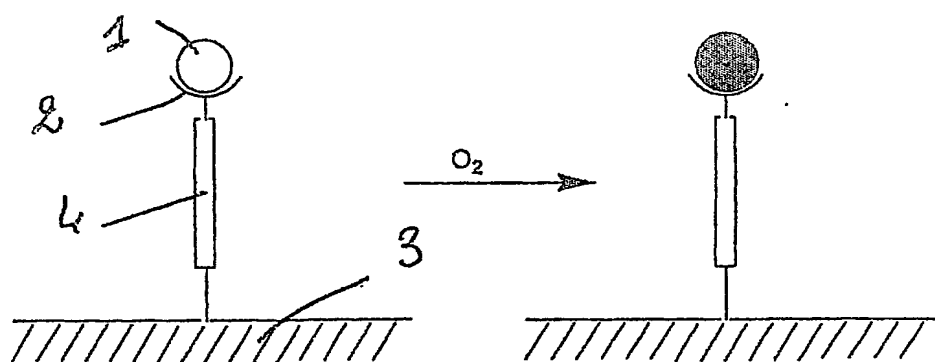


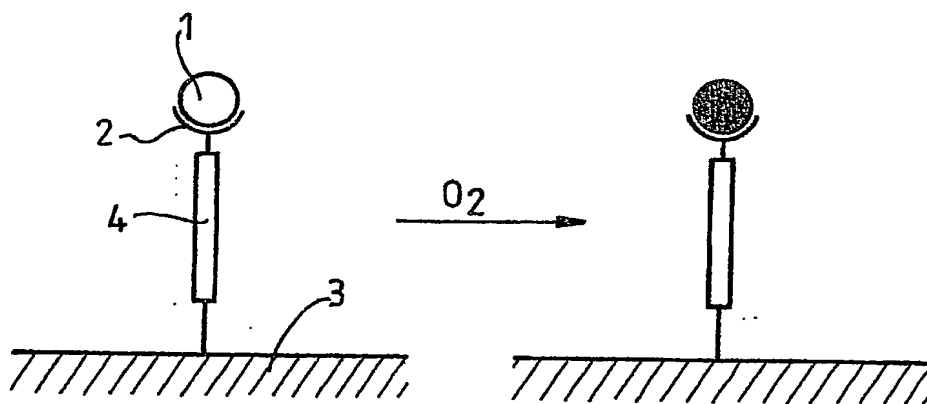
- synthèse in situ du ligand par addition de l'entité moléculaire de condensation à la chaîne organique préalablement greffée sur le support activé ou non à température ambiante et en milieu éthanol, et
- coordination du dérivé métallique sur le ligand par trempage dans une solution d'éthanol à température ambiante sous atmosphère inerte.

13°) Dispositif détecteur et/ou absorbeur d'oxygène, caractérisé en ce qu'

il renferme un composé réactif selon l'une quelconque des revendications

1 à 12.





DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

**DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S)** Page N° 1.../2...

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

**INV**

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 0 W / 270601

<b>Vos références pour ce dossier (facultatif)</b>		MJL/IR/hc-03.87
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>		0314868
<b>TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum)		
Composé réactif détecteur et/ou absorbeur d'oxygène, procédé de préparation d'un tel composé ainsi que dispositif renfermant celui-ci		
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b>		
UNIVERSITE DE RENNES 1 ATMOSPHERE CONTROLE		
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> 1	<b>Nom</b>	Lapinte
	<b>Prénoms</b>	Claude
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	15, rue de la Touche Ablin
	<b>Code postal et ville</b>	31515101 CESSON-SEVIGNE (France)
<b>Société d'appartenance (facultatif)</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> 2	<b>Nom</b>	Roué
	<b>Prénoms</b>	Séverine
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	Neouet-Vian
	<b>Code postal et ville</b>	219151010 Ergue Gaberic (France)
<b>Société d'appartenance (facultatif)</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> 3	<b>Nom</b>	IBN GHAZALA
	<b>Prénoms</b>	Safaa
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	80, Résidence Kerfleury Rue Pablo Neruda
	<b>Code postal et ville</b>	315171610 Saint Grégoire (France)
<b>Société d'appartenance (facultatif)</b>		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b> <b>DU (DES) DEMANDEUR(S)</b> <b>OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)		
02.06.2004 CABINET HERRBURGER Pierre HERRBURGER CPI 92-1114		

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

**DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S)** Page N° 2../2..  
(À fournir dans le cas où les demandeurs et  
les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 @ W / 270601

<b>Vos références pour ce dossier (facultatif)</b>	MJL/IR/hc-03.87
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>	0314868

**TITRE DE L'INVENTION** (200 caractères ou espaces maximum)

Composé réactif détecteur et/ou absorbeur d'oxygène, procédé de préparation d'un tel composé ainsi que dispositif renfermant celui-ci

**LE(S) DEMANDEUR(S) :**

UNIVERSITE DE RENNES 1  
ATMOSPHERE CONTROLE

**DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :**

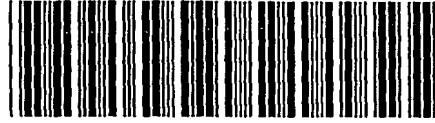
<b>1</b>	<b>Nom</b>	ROUSSEL
	<b>Prénoms</b>	Edmond
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	La Picherie
	<b>Code postal et ville</b>	14770 DANVOU LA FERRIERE (France)
<b>Société d'appartenance (facultatif)</b>		
<b>2</b>	<b>Nom</b>	LEGRAND
	<b>Prénoms</b>	Marc Henri
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	9, rue Alphonse et Léonard Gille
	<b>Code postal et ville</b>	14000 CAEN (France)
<b>Société d'appartenance (facultatif)</b>		
<b>3</b>	<b>Nom</b>	
	<b>Prénoms</b>	
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	
	<b>Code postal et ville</b>	
<b>Société d'appartenance (facultatif)</b>		

S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.

**DATE ET SIGNATURE(S)**  
**DU (DES) DEMANDEUR(S)**  
**OU DU MANDATAIRE**  
(Nom et qualité du signataire)

02.06.2004  
CABINET HERRBURGER  
Pierre HERRBURGER  
CPI 92-1114

PCT/FR2004/050697



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**